

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01L 21/302

[12] 发明专利申请公开说明书

H01L 21/3065 H01L 21/3213

C23F 4/00



[21] 申请号 03104241.4

[43] 公开日 2003 年 8 月 20 日

[11] 公开号 CN 1437223A

[22] 申请日 2003.2.8 [21] 申请号 03104241.4

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 6 [33] JP [31] 2002 - 29232

[32] 2002. 2. 15 [33] JP [31] 2002 - 38102

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 奥村智洋 前川幸弘 铃木宏之  
中山一郎

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

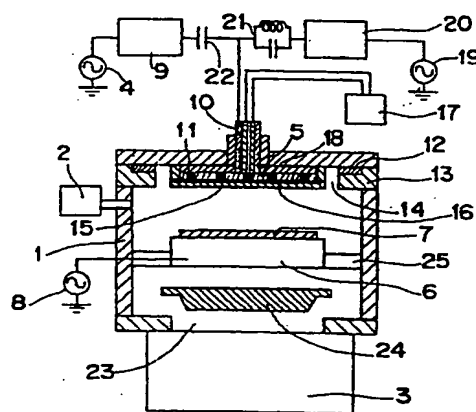
代理人 汪惠民

权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 7 页

[54] 发明名称 等离子体处理方法及装置

[57] 摘要

本发明公开一种等离子体处理方法及装置。一边向真空室内供给气体一边排气、使其控制在规定的压力，在与载置在所述真空室内的基片电极上的基片对向、设置在所述真空室内的天线上供给频率为 30MHz ~ 3GHz 的高频电功率的同时，通过向所述天线供给所述频率为另外的频率 100kHz ~ 20MHz 的高频电功率，使所述真空室内产生等离子体，处理形成在所述基片上的高熔点金属膜。



ISSN 1000-8427 4

1、一种等离子体处理方法，是一边向真空室内供给气体一边排气、  
5 使其控制在规定的压力，由向与载置在上述真空室内的基片电极上的基片  
对向设置在所述真空室内的天线上供给频率为 30MHz~3GHz 的高频电功  
率，使所述真空室内产生等离子体，处理形成在所述基片上的高熔点金属  
膜的等离子体处理方法，其特征在于：

10 用向所述天线供给所述频率是另外的频率 100kHz~20MHz 的高频电  
功率处理所述基片的等离子体处理方法。

2、根据权利要求 1 所述的等离子体处理方法，其特征在于：

所述高熔点金属膜是包含：铱、铑、钨、铂、金、铜、镍、钼、锗、  
钡、锆、铅、铟中的至少一种元素的膜。

3、根据权利要求 1 所述的等离子体处理方法，其特征在于：

15 由配置在所述天线和所述天线罩之间、与所述基片平行的面的表面积  
比所述天线还大的导电性薄片、一边确保所述天线和所述天线罩之间的热  
传导，一边由在所述天线上流过冷媒控制所述天线的温度处理所述基片的  
同时，通过向所述天线供给所述频率是另外的所述频率 100kHz~20MHz  
的所述高频电功率，一边使直到所述天线罩的端部产生自给偏压一边处理  
20 所述基片。

4、根据权利要求 3 所述的等离子体处理方法，其特征在于：

所述等离子体处理是形成在所述基片上的所述高熔点金属膜的刻蚀处  
理。

5、根据权利要求 4 所述的等离子体处理方法，其特征在于：

25 所述高熔点金属膜是包含：铱、铑、钨、铂、金、铜、镍、钼、锗、  
钡、锆、铅、铟中的至少一种元素的膜。

6、一种等离子体处理装置，其特征在于：

具备：

真空室；

30 用于向所述真空室内供给气体的气体供给装置；

用于所述真空室内排气的排气装置;

用于将所述真空室内控制在规定的压力的调压阀;

用于将基片载置在所述真空室内的基片电极;

与所述基片电极对向设置、而且,被绝缘体性的天线罩覆盖的天线;

5 能够向所述天线供给频率为 30MHz~3GHz 的高频电功率的第 1 高频电源;

能够向所述天线供给所述频率是另外的频率 100kHz~20MHz 的高频电功率的第 2 高频电源;

用于使冷媒流过所述天线的冷媒供给装置;以及

10 与所述基片平行的面的大小比所述天线还大而且设置在所述天线和所述天线罩之间的导电性薄片。

7、根据权利要求 6 所述的等离子体装置,其特征在于:

所述天线罩是石英玻璃制的。

8、根据权利要求 6 所述的等离子体装置,其特征在于:

15 所述天线罩是绝缘性硅。

9、根据权利要求 6 所述的等离子体装置,其特征在于:

所述天线罩的厚度是 1mm~10mm。

10、根据权利要求 6 所述的等离子体装置,其特征在于:

所述导电性薄片由电阻率  $10\Omega \cdot m$  以下的材质构成。

20 11、根据权利要求 6 所述的等离子体装置,其特征在于:

所述导电性薄片的厚度是 0.03mm~3mm。

12、一种等离子体处理方法,是将基片载置在真空室内的基片电极上,一边向所述真空室内供给气体一边从所述真空室内排气,控制所述真空室内在规定的压力,由将频率为 1MHz~60MHz 的第 1 高频电功率供给向与  
25 所述基片电极对向设置的成为线圈的一端的给电点,使所述真空室内产生电感耦合型等离子体,处理所述基片或者形成在所述基片上的膜的等离子体处理方法,其特征在于:

在通过电容器将所述线圈的另一端接地的状态下,一边向所述线圈供给频率比所述第 1 高频电功率的频率低的第 2 高频电功率一边处理所述基  
30 片。

13、一种等离子体处理方法，是将基片载置在真空室内的基片电极上，一边向所述真空室内供给气体一边从所述真空室内排气，控制所述真空室内在规定的压力，由将频率为 1MHz~60MHz 的第 1 高频电功率供给向与所述基片电极对向设置的成为线圈的一端的给电点，使所述真空室内产生电感耦合型等离子体，处理所述基片或者形成在所述基片上的膜的等离子体处理方法，其特征在于：

一边向设置在所述线圈的间隙上的电极供给比所述第 1 高频电功率的频率低的第 2 高频电功率一边处理所述基片。

14、根据权利要求 12 所述的等离子体处理方法，其特征在于：  
所述等离子体处理是形成在所述基片上的高熔点金属膜的刻蚀处理。

15、根据权利要求 14 所述的等离子体处理方法，其特征在于：  
所述高熔点金属膜是包含：铱、铈、钕、铂、金、铜、镱、铟、铊、铋、铅、铌中的至少一种元素的膜。

16、一种等离子体处理装置，其特征在于：  
具备：  
真空室；  
用于向所述真空室内供给气体的气体供给装置；  
用于所述真空室内排气的排气装置；  
用于将所述真空室内控制在规定的压力的调压阀；  
用于将基片载置在所述真空室内的基片电极；  
与所述基片电极对向设置、而且，通过电容器使另一端接地的线圈；  
用于向成为所述线圈的一端的给电点供给频率为 1MHz~60MHz 的第 1 高频电功率的第 1 高频电源；以及  
用于向所述线圈供给比所述第 1 高频电功率的频率低的第 2 高频电功率的第 2 高频电源。

17、一种等离子体处理装置，其特征在于：  
具备：  
真空室；  
用于向所述真空室内供给气体的气体供给装置；  
用于所述真空室内排气的排气装置；

- 用于将所述真空室内控制在规定的压力的调压阀；
- 用于将基片载置在所述真空室内的基片电极；
- 与所述基片电极对向设置的线圈；
- 用于向成为所述线圈的一端的给电点供给频率为 1MHz~60MHz 的第
- 5 1 高频电功率的第 1 高频电源；以及
- 用于向设置在所述线圈的间隙上的电极供给比所述第 1 高频电功率频率低的第 2 高频电功率的第 2 高频电源。

## 等离子体处理方法及装置

5

## 技术领域

本发明涉及在半导体等的电子器件或微机械的制造中使用的等离子体处理方法及装置。

## 10 背景技术

在半导体等的电子器件或微机械的制造中，近年来利用等离子体处理的薄膜加工技术的重要性日益高涨。

以下，作为现有的等离子体处理方法的一个例子，参照图3说明使用转接天线方式等离子体源的等离子体处理。在图3中，一边从气体供给装置52将规定的气体导入真空容器51内，一边由作为排气装置的涡轮分子泵53进行排气、保持真空容器51内规定的压力，并由天线用高频电源54向突出设置在真空容器51内的天线55供给100MHz的高频电功率，在真空容器51内产生等离子体，能够对载置在基片电极56上的基片57进行等离子体处理。

20 还有，设置用于在基片电极56上供给高频电功率的基片电极用高频电源58，使得能够控制到达基片57的离子能量。向天线55供给的高频电功率通过天线用匹配电路59、由馈电棒60向天线55的中心附近馈电。电介质板61被夹持在天线55和真空容器51之间，馈电棒60通过设置在电介质板61上的贯通孔将天线55和天线用高频电源54连接。还有，天线55  
25 的表面被天线罩65覆盖。

还有，设置由电介质板61与设置在电介质板61的外围部的电介质环62之间的沟状的空间和天线55与设置在天线55的外围部上的导体环63之间的沟状的空间组成的缝隙64。

涡轮分子泵53及排气口73配置在基片电极56的正下方，还有，用于控制真空容器51在规定的压力的调压阀74在基片电极56的正下方，  
30

而且，是位置在涡轮分子泵 53 的正上方的升降阀。基片电极 56 由 4 根支柱 75 固定在真空容器 51 上。

但是，在现有例所述的等离子体处理中，当刻蚀形成在基片 57 上的高熔点金属膜的情况下，导电性的堆积膜附着在天线罩 65 上，成为导电性堆积膜的粘附性变坏或在天线罩 65 的表面产生异常放电的原因，容易产生导电性的堆积膜的膜剥落，有时会成为灰尘降落在基片 57 上。根据本发明者的实验结果，当刻蚀 7 枚带有厚度 200nm 的铱膜的基片 57 时，在基片 57 上产生粒径  $0.23\mu\text{m}$  以上的灰尘 1000 个以上。

还有，在上述现有例所述的等离子体处理中，存在因等离子体照射引起的天线罩 65 的温度上升的问题。由于在天线罩 65 和天线 55 之间真空绝热，在反复等离子体处理中天线罩 65 的温度渐渐上升。根据本发明者的实验结果，可以判明反复 6 次进行 5 分钟的等离子体处理和 1 分钟的真空保持时，天线罩 65 的温度上升到  $170^{\circ}\text{C}$ 。这样，当天线罩 65 的温度急剧变化时，当然就成为产生灰尘的原因，有时也引起天线罩 65 的裂纹。

鉴于上述现有的问题，本发明的目的在于：提供难于产生灰尘或天线罩裂纹的等离子体处理方法及装置。

## 发明内容

为达上述目的，本发明构成如下。

根据本发明的第 1 方式，是一边将气体供给真空室内一边排气、控制在规定的压力，由向与载置在上述真空室内的基片电极上的基片对向设置  
20 在上述真空室内的天线上供给频率  $30\text{MHz}\sim 3\text{GHz}$  的高频电功率，使上述真空室内产生等离子体，处理形成在上述基片上的高熔点金属膜的等离子体处理方法，提供用所述频率是向所述天线供给另外的所述频率  $100\text{kHz}\sim$   
25  $20\text{MHz}$  的高频电功率处理所述基片的等离子体处理方法。

根据本发明的第 2 方式，提供上述高熔点金属膜是包含铱、铈、钇、铂、金、铜、镱、铋、锑、钽、锆、铅、铌中的至少一种元素的膜的第 1 方式记述的等离子体处理方法。

根据本发明的第 3 方式，由配置在上述天线和上述天线罩之间、由与  
30 上述基片平行的面的表面积比上述天线还大的导电性薄片，一边确保上述

天线和上述天线罩之间的热传导，一边使冷媒流过上述天线控制上述天线的温度处理上述基片的同时，通过向所述天线上供给所述频率是另外的所述频率 100kHz~20MHz 的所述高频电功率，提供一边使直到上述罩的端部上产生自给偏压处理上述基片的第 1 方式记述的等离子体处理方法。

- 5 根据本发明的第 4 方式，提供上述等离子体处理是形成在上述基片上的高熔点金属膜的刻蚀处理的第 3 方式记述的等离子体处理方法。

根据本发明的第 5 方式，提供上述高熔点金属膜是包含铌、铯、钨、铂、金、铜、镱、铋、锆、钨、铅、铌中的至少一种元素的膜的第 4 方式记述的等离子体处理方法。

- 10 根据本发明的第 6 方式，提供具备：

真空室；

用于向上述真空室内供给气体的气体供给装置；

用于上述真空室内排气的排气装置；

用于将上述真空室内控制在规定的压力的调压阀；

- 15 用于将基片载置在上述真空室内的基片电极；

与上述基片电极对向设置，而且，被绝缘体性的天线罩覆盖的天线；

能够向上述天线供给频率 30MHz~3GHz 的高频电功率的第 1 高频电源；

- 20 能够向所述天线供给所述频率是另外的频率 100kHz~20MHz 的高频电功率的第 2 高频电源；

用于使冷媒流过上述天线的冷媒供给装置；以及

与上述基片平行的面的大小比上述天线还大，而且，设置在上述天线和上述天线罩之间的导电性薄片的等离子体处理装置。

- 25 根据本发明的第 7 方式，提供上述天线罩是石英玻璃制的第 6 方式记述的等离子体处理装置。

根据本发明的第 8 方式，提供上述天线罩是绝缘性硅的第 6 方式记述的等离子体处理装置。

根据本发明的第 9 方式，提供上述天线罩的厚度是 1mm~10mm 的第 6 方式记述的等离子体处理装置。

- 30 根据本发明的第 10 方式，提供上述导电性薄片是用电阻率  $10\Omega \cdot m$



以下的材质构成的第6方式记述的等离子体处理装置。

根据本发明的第11方式,提供上述导电性薄片的厚度是0.03mm~3mm的第6方式记述的等离子体处理装置。

5 根据本发明的第12方式,是将基片载置在真空室内的基片电极上,一边向上述真空室内供给气体,一边对上述真空室内排气、使上述真空室内控制在规定的压力,由将频率1MHz~60MHz的第1高频电功率供给与上述基片电极对向设置的成为线圈的一端的给电点,使上述真空室内产生电感耦合型等离子体,处理上述基片或者形成在上述基片上的膜的等离子体处理方法。

10 在通过电容器使上述线圈的另一端接地的状态下,提供一边在上述线圈上供给比第1高频电功率频率低的第2高频电功率一边处理上述基片的等离子体处理方法。

根据本发明的第13方式,是将基片载置在真空室内的基片电极上,一边向上述真空室内供给气体一边进行上述真空室内的排气,使上述真空室内控制在规定的压力上,由将频率1MHz~60MHz的第1高频电功率供给向成为与上述基片电极对向设置的线圈的一端的给电点,使在上述真空室内产生电感耦合型等离子体,处理上述基片或者形成在上述基片上的膜的等离子体处理方法,提供一边在设置在上述线圈的间隙上的电极上供给比上述第1高频电功率频率低的第2高频电功率一边处理上述基片的等离  
15  
20 子体处理方法。

根据本发明的第14方式,提供上述等离子体处理是形成在上述基片上的高熔点金属膜的刻蚀处理的第12方式记述的等离子体处理方法。

根据本发明的第15方式,提供上述高熔点金属膜是包含铌、铯、钨、铂、金、铜、铈、铋、锑、钨、锆、铅、铌中的至少一种元素的膜的  
25 方式记述的等离子体处理方法。

根据本发明的第16方式,提供具备:

真空室;

用于向上述真空室内供给气体的气体供给装置;

用于上述真空室内排气的排气装置;

30 用于将上述真空室内控制在规定的压力的调压阀;

- 用于将基片载置在上述真空室内的基片电极；  
与上述基片电极对向设置，而且，通过电容器另一端接地的线圈；  
用于向成为上述线圈的一端的给电点供给频率 1MHz~60MHz 的第 1 高频电功率的第 1 高频电源；
- 5        用于在上述线圈上供给比上述第 1 高频电功率频率低的第 2 高频电功率的第 2 高频电源的等离子体处理装置。
- 根据本发明的第 17 方式，提供具备：  
      真空室；  
      用于向上述真空室内供给气体的气体供给装置；
- 10       用于上述真空室内排气的排气装置；  
      用于将上述真空室内控制在规定的压力的调压阀；  
      用于将基片载置在上述真空室内的基片电极；  
      与上述基片电极对向设置的线圈；  
      用于向成为上述线圈的一端的给电点供给频率 1MHz~60MHz 的第 1
- 15       高频电功率的第 1 高频电源；以及  
      用于向设置在上述线圈的间隙上的电极上供给比上述第 1 高频电功率频率低的第 2 高频电功率的第 2 高频电源，的等离子体处理装置。

#### 附图说明

- 20       本发明的这些和其它的目的和特征，从添加的附图的与令人满意的实施方式相关联的下面的记述能够明了。在该图中，
- 图 1 是示出在本发明的第 1 实施方式中使用的等离子体处理装置的结构剖面图。
- 图 2 是示出在本发明的第 2 实施方式中使用的等离子体处理装置的结构剖面图。
- 25       图 3 是示出在现有例中使用的等离子体处理装置的结构剖面图。
- 图 4 是示出在本发明的第 3 实施方式中使用的等离子体处理装置的结构剖面图。
- 图 5 是示出在本发明的第 4 实施方式中使用的等离子体处理装置的结构透视状态的立体图。
- 30

图 6 是示出在本发明的第 5 实施方式中使用的等离子体处理装置的结构剖面图。

图 7 是示出在本发明的第 6 实施方式中使用的等离子体处理装置的结构透视状态的立体图。

5 图 8 是示出在本发明的第 7 实施方式中使用的等离子体处理装置的结构透视状态的立体图。

图 9 是示出在本发明的第 8 实施方式中使用的等离子体处理装置的结构剖面图。

图 10 是示出在现有例中使用的等离子体处理装置的结构剖面图。

10

#### 具体实施方式

在继续本发明的记述之前，对添加的附图中的相同的部件注以相同的参照符号。

以下，根据附图详细说明与本发明相关的实施方式。

15

以下，参照图 1 说明与本发明的第 1 实施方式相关的等离子体处理方法及装置。

图 1 是示出在本发明的第 1 实施方式中使用的搭载转接天线方式等离子体源的等离子体处理装置的结构剖面图。在图 1 中，在作为真空室的一个例子的真空容器 1 内，一边从气体供给装置 2 导入规定的气体，一边由作为排气装置的涡轮分子泵 3 进行排气，保持真空容器 1 内在规定的压力，由天线用高频电源 4 向天线 5 供给频率 100MHz 的高频电功率，使真空容器 1 内产生等离子体，能够对载置在基片电极 6 上的基片 7 进行等离子体处理。

25 还有，设置用于向基片电极 6 供给 400kHz 高频电功率的基片电极用高频电源 8，能够控制到达基片 7 的离子能量。向天线 5 供给的高频电功率通过天线用匹配电路 9、由供电棒 10 向天线 5 的中心附近供电。在天线 5 和真空容器 1 之间、夹持由电介质构成的电介质板 11，供电棒 10 贯通设置在电介质板 11 上的贯通孔与天线 5 接触。还有，设置由电介质板 11 和设置在电介质板 11 的外围部的电介质环 12 之间的沟状的空间、天线 5

30

和设置在天线 5 的外围部上的导体环 13 之间的环形状的沟状的空间组成的缝隙 14。缝隙 14 的内侧面和天线 5 由厚 5mm 的石英玻璃制天线罩 15 覆盖。在天线 5 和天线罩 15 之间, 设置与基片 7 平行的面的大小比天线 5 还大的导电性薄片 16。导电性薄片 16 的厚度是 1mm。还有, 设置用于冷媒流过天线 5 的冷媒供给装置 17, 在天线 5 的内部形成冷媒流路 18, 冷媒的出入路设置在供电棒 10 内。

在天线 5 上, 由自给偏压产生用高频电源 19、通过自给偏压匹配电路 20 供给频率 500kHz 的高频电功率。为了防止等离子体产生用的频率 100MHz 的高频电功率混入自给偏压用匹配电路 20, 设置 100MHz 陷波电路 21, 还有, 为了防止 500kHz 的高频电功率混入等离子体产生用的天线用匹配电路 9, 设置高通滤波器 22。

涡轮分子泵 3 及排气口 23 配置在基片电极 6 的正下方, 还有, 用于控制真空容器 1 在规定的压力的调压阀 24 在基片电极 6 的正下方, 而且, 位置在涡轮分子泵 3 的正上方的是升降阀。基片电极 6 由 4 根支柱固定在真空容器 1 上。

在上述结构的等离子体处理装置中, 作为一个例子, 一边向真空容器 1 内供给氩气 145sccm、氯气 15sccm, 保持真空容器 1 内的压力在 0.5Pa, 一边在天线 5 上供给等离子体产生用 100MHz 的高频电功率 1500W、自给偏压产生用 500kHz 的高频电功率 500W, 在基片电极 6 上供给 400kHz 的高频电功率 400W 的条件下, 在刻蚀 100 枚厚度 200nm 的带铱膜的基片 7 的时候, 在基片 7 上产生 0.23  $\mu\text{m}$  以上粒径的灰尘仅 50 个以下, 不进行真空容器 1 的湿法维修能够连续处理的基片枚数与现有例相比有了飞跃性的提高。

这是由于使在天线罩 15 上产生自给偏压, 能够有效地防止导电性的堆积膜粘附在天线罩 15 上。实际上, 在刻蚀处理 100 枚带有铱膜的基片 7 后, 调查天线罩 15 的表面状态, 完全没有形成导电性的堆积膜。还有, 由于与天线 5 的基片 7 平行的面的大小比与天线罩 15 的基片 7 平行的面的大小还要小很多, 使自给偏压产生到天线罩 15 的端部是困难的, 在第 1 实施方式中, 由于设置与基片 7 平行的面的大小比天线 5 大的导电性薄片 16, 能够使自给偏压产生到天线罩 15 的端部上。

还有，一边将冷媒温度保持在 25℃，一边反复进行 100 次的 5 分钟等离子体处理和 1 分钟的真空保持，使天线罩 15 的温度保持在 100℃以下。这是由于在天线罩 15 和天线 5 之间夹持薄的导电性薄片 16 和用冷媒冷却天线 5 的结果。在本实验中，作为导电性薄片 16 使用过碳薄片（日本カーボン（carbon）制 2 个软片），导电性薄片 16 柔软、粘附在天线 5 和天线罩 15 上，还有，由于它薄，使天线罩 15 和天线 5 的热交换旺盛，效率高。这样，一边控制天线罩 15 的温度一边进行等离子体处理的结果，不会引起天线罩 15 的裂纹。

在上述的本发明的第 1 实施方式中，在本发明的适用范围内，只不过例示与真空容器的形状、等离子体源的结构及配置相关的各种各样的变化中的一部分。当然，本发明的适用除这里例示的以外，还可以考虑各种各样的变化。

还有，作为等离子体处理虽然例示了刻蚀带有铱膜的基片的情况，但是，本发明也能够适用于其它的各种各样的刻蚀处理、等离子体 CVD 处理。但是，本发明在刻蚀高熔点金属膜的时候特别有效。这是由于在刻蚀处理这样的膜的情况下，在天线罩上容易粘附导电性堆积膜的缘故。高熔点金属膜并不是仅限于铱，在刻蚀处理包含铱、铈、钕、铂、金、铜、镨、铈、锆、钡、锆、铅、铌中的至少一种元素的膜的情况下，本发明特别有效。

还有，虽然例示了天线罩是厚 5mm 的石英玻璃的情况，也可以考虑其它的陶瓷系材料或绝缘性硅。但是，由于陶瓷系材料包含杂质多，有时会成为灰尘或污染的原因，并不太理想。另一方面，当使用绝缘性硅时，在硅氧化膜等的绝缘膜的刻蚀处理中，具有提高刻蚀选择比的效果。还有，当天线罩的厚度太薄时，机械强度不足，还有，由于当太厚时因蓄热效应降低冷却效率，大概是 1mm~10mm 最好。

还有，虽然例示了导电性薄片的厚度均一，而且厚度是 1mm 的碳薄片，导电性薄片的厚度和材质不是仅限于此。但是，导电性薄片的热导率最好是 0.1W/m·K 以上。在图谋天线和天线罩的热交换时，虽然希望导电性薄片是柔软而且粘附性优秀的，但是，由于考虑太薄时不能吸收尽天线和天线罩的平面度的不充分性，还有，太厚时导电性薄片自身的热容量

变大,大概 0.03mm~3mm 最好。还有,当导电性薄片的电阻率大时,因供给天线的高频电功率的影响产生损耗,有时引起薄片的发热・溶解,希望电阻率大概是  $10\Omega\cdot\text{m}$  以下。

还有,就施加在天线上的等离子体产生用高频电功率的频率是 100MHz 的情况进行了说明,在本发明使用的转接天线中,能够适用 30MHz~3GHz 的频率。

还有,就施加在天线上的自给偏压用高频电功率的频率是 500kHz 的情况进行了说明,也能够使用其它的频率,例如,能够使用 100kHz~20MHz 的高频电功率。但是,为了在天线罩上产生有效地自偏电压,最好使用 100kHz~1MHz 程度的高频电功率。

还有,就供给基片电极的高频电功率的频率是 400 kHz 的情况进行了说明,当然,当控制到达基片的离子能量时,也可以使用其它的频率,例如,也可以使用 100kHz~100MHz 的高频电功率。或者,即使不向基片电极供给高频电功率,也能够利用等离子体电位和基片电位间的微小的差,用弱离子能量进行等离子体处理。还有,使用与供给天线的自给偏压用高频电功率的频率不同的频率,是由于具有能够避免高频干涉的优点。

还有,使用与不用天线罩的图 2 那样的结构的本发明的第 2 实施方式相关的等离子体处理方法及装置的情况,也是本发明的适用范围。

在图 2 中,在作为真空室的一个例子的真空容器 1 内,一边从气体供给装置 2 导入规定的气体,一边由作为排气装置的涡轮分子泵 3 进行排气、使真空室内保持规定的压力,由天线用高频电源 4 向天线 5 供给频率 100MHz 的高频电功率,使真空容器 1 内产生等离子体,能够对载置在基片电极 6 上的基片 7 进行等离子体处理。还有,设置用于向基片电极 6 供给 400kHz 的高频电功率的基片电极用高频电源 8,能够控制到达基片 7 的离子能量。供给向天线 5 的高频电功率通过天线用匹配电路 9,由供电棒 10 向天线 5 的中心附近给电。在天线 5 和真空容器 1 之间,夹持由电介质构成的电介质板 11,供电棒 10 贯通设置在电介质板 11 上的贯通孔。

在天线 5 上,由自给偏压产生用高频电源 19 通过自给偏压用匹配电路 20,供给频率 500kHz 的高频电功率。为了防止等离子体产生用的频率

100MHz 的高频电功率混入自给偏压用匹配电路 20, 设置 100MHz 陷波电路 21, 还有, 为了防止 500kHz 的高频电功率混入等离子体产生用的天线用匹配电路 9, 设置高通滤波器 22。

5 涡轮分子泵 3 及排气口 23 配置在基片电极 6 的正下方, 还有, 用于控制真空容器 1 在规定的压力的调压阀 24 在基片电极 6 的正下方, 而且, 是位置在涡轮分子泵 3 的正上方的升降阀。基片电极 6 由 4 根支柱固定在真空容器 1 上。

在使用图 2 所示的等离子体装置的情况下, 当进行高熔点金属的刻蚀处理时, 能够有效地防止导电性堆积膜向天线的粘附。

10 如从上述说明所了解的那样, 根据本发明的第 1 方式的等离子体处理方法, 是在真空容器内的基片电极上载置基片, 一边向真空容器内供给气体, 一边使真空容器内排气、使真空容器内控制在规定的压力, 由向与基片电极对向设置的天线上供给频率 30MHz~3GHz 的高频电功率, 使真空容器内产生等离子体, 刻蚀形成在基片上的高熔点金属膜的等离子体处理  
15 方法, 由于一边向所述天线供给所述频率是另外的频率 100kHz~20MHz 的高频电功率一边进行处理, 能够提供难于产生灰尘的等离子体处理方法。

还有, 根据本发明的第 3 方式的等离子体处理方法, 是将基片载置在真空容器内的基片电极上, 一边向真空容器内供给气体一边对真空容器内  
20 排气、将真空容器内控制在规定的压力, 由将频率 30MHz~3GHz 的高频电功率供给向与基片电极对向设置、而且, 被绝缘体性的天线罩覆盖着的天线上, 使真空容器内产生等离子体、处理基片的等离子体处理方法, 由设置在天线和天线罩之间, 而且, 与基片平行的面的大小比天线还大的导电性薄片, 一边保持天线和天线罩之间的热传导, 一边使冷媒流过天线、  
25 控制天线的温度进行基片处理的同时, 由于通过向所述天线供给所述频率是另外的频率 100kHz~20MHz 的高频电功率, 一边使直到罩的端部产生自给偏压一边处理基片, 能够提供难于产生灰尘或天线罩裂纹的等离子体处理方法。

30 还有, 根据本发明的第 6 方式的等离子体处理装置, 是具备: 真空容器、用于向真空容器内供给气体的气体供给装置、用于真空容器内排气的

排气装置、用于控制真空容器内在规定的压力的调压阀、用于将基片载置在真空容器内的基片电极、与基片电极对向设置而且被绝缘性的天线罩覆盖的天线、能够向天线供给频率 30MHz~3GHz 的高频电功率的高频电源、能够向所述天线供给所述频率是另外的频率 100kHz~20MHz 的高频电功率的高频电源、以及用于使冷媒流过天线的冷媒供给装置的等离子体处理装置，由于在天线和天线罩之间设置与基片平行的面的大小比天线还大的导电性薄片，能够提供难于产生灰尘或天线罩裂纹的等离子体处理装置。

以下，与本发明的第 3~第 8 实施方式相关的等离子体处理方法及装置的目的在于：提供难于产生灰尘、能够得到稳定的刻蚀率的等离子体处理方法及装置。

这里，首先，在下面，作为现有的等离子体处理方法的一个例子，参照图 10 说明使用电感耦合型等离子体源的等离子体处理。在图 10 中，在真空容器 201 内，一边从气体供给装置 202 导入规定的气体，一边由作为排气装置的涡轮分子泵 203 进行排气、由调压阀 204 保持真空容器 201 内在规定的压力，由于由线圈用高频电源 205 对沿与基片电极 206 对向的电介质板 207 设置的线圈 208 供给 13.56MHz 的高频电功率，使真空容器 201 内产生电感耦合型等离子体，能够对载置在基片电极 206 上的基片 209 进行等离子体处理。还有，在基片电极 206 上设置用于供给高频电功率的基片电极用高频电源 210，使得能够控制到达基片 209 的离子能量。涡轮分子泵 203 及排气口 211 配置在基片电极 206 的正下方，还有，调压阀 204 在基片电极 206 的正下方，而且，是位置在涡轮分子泵 203 的正上方的升降阀。基片电极 206 由 4 根支柱 212 固定在真空容器 201 上。

但是，在上述现有例中所述的等离子体处理中，在处理继续进行，存在反应生成的堆积膜容易粘附在电介质板 207 的内壁面上的问题。特别是，当刻蚀形成在基片 209 上的高熔点金属膜的情况下，导电性的堆积膜粘附在电介质板 207 上，成为导电性的堆积膜的粘附性变坏或在电介质板 207 的表面产生异常放电的原因，容易产生导电性的堆积膜的膜剥落，成为灰尘降落在基片 209 上。在我们的实验中，当刻蚀 50 枚的膜厚 200nm 的带铱膜的基片 209 时，在基片 209 上产生粒径  $0.23\mu\text{m}$  以上的灰尘 1000



个以上。

还有，在现有例中所述的等离子体处理中，当继续对带有铱膜的基片 209 刻蚀处理时，由于导电性的堆积膜粘附在电介质板 207 上，从线圈 208 产生的高频电磁场被堆积膜屏蔽，存在形成在真空容器 201 内的感应电场减弱，等离子体密度降低、刻蚀率降低的问题。在我们的实验中，当刻蚀 50 枚带有厚度 200nm 的铱膜的基片 209 时，初始的刻蚀率是 102nm/min，而在刻蚀 50 枚后的刻蚀率降低到 81nm/min。

因此，与本发明的第 3~第 8 实施方式相关的等离子体处理方法及装置提供难于生成灰尘、能够得到稳定的刻蚀率的等离子体处理方法及装置。

以下，首先，参照图 4 说明本发明的第 3 实施方式。

图 4 中示出在本发明的第 3 实施方式中使用的搭载电感耦合型等离子体源的等离子体处理装置的剖面图。在图 4 中，在作为真空室的一个例子的真空容器 101 内，一边从气体供给装置 102 导入规定的气体，一边由作为排气装置的涡轮分子泵 103 进行排气、由调压阀 104 保持真空容器 101 内在规定的压力，由于由线圈用第 1 高频电源 105 向沿与基片电极 106 对向的电介质板 107 设置的线圈 108 供给 13.56MHz 的第 1 高频电功率，使真空容器 101 内产生电感耦合型等离子体，能够对载置在基片电极 106 上的基片 109 或者形成在基片 109 上的膜进行等离子体处理。还有，设置用于向基片电极 106 供给高频电功率的基片电极用高频电源 110，使得能够控制到达基片 109 的离子能量。涡轮分子泵 103 及排气口 111 配置在基片电极 106 的正下方，还有，调压阀 104 在基片电极 106 的正下方，而且，是位置在涡轮分子泵 103 的正上方的升降阀。基片电极 106 由 4 根支柱固定在真空容器 101 上。

成为线圈 108 的一端的给电点 113 位置在线圈 108 形成的旋涡的中心的位置。线圈 108 的另一端 114 通过电容器 115 接地。电容器 115 的容量是 1000pF。还有，设置用于向线圈 108 供给比第 1 高频电功率的频率 13.56MHz 低的频率为 500kHz 的第 2 高频电功率的线圈用第 2 高频电源 116，连接在线圈 108 的给电点 113 上。

还有，作为用于防止因第 2 高频电功率的调制的影响涉及第 1 高频电

功率的反射波检测电路系统的电路, 设置带通滤波器 117。这是为了除去由第 2 高频电功率的供给电介质板 107 的表面的外层覆盖物厚度在 500kHz 的变动的影  
响, 在第 1 高频电功率的反射波中, 仅仅取出 13.56MHz 的成分检测。在这样的结构中, 用反射波计一边监测第 1 高频电功率的反射波  
5 一边进行处理, 使实时进行匹配状态或线圈用第 1 高频电源的故障检测成为可能。此外, 当设第 1 高频电功率的频率为  $f_1$ 、第 2 高频电功率的频率为  $f_2$  时, 带通滤波器 117 的频率特性最好是以  $f_1$  附近为中心频率, 在  $f_1 \pm f_1$  中具有 10dB 以上的衰减率。

在以上所述结构的等离子体处理装置中, 作为一个例子, 向真空容器  
10 101 内供给 145sccm 的氩气、15sccm 的氯气, 一边保持真空容器 101 内的压力在 0.5Pa, 一边向线圈 108 供给第 1 高频电功率 1500W、第 2 高频电功率 500W, 在基片电极 106 上供给 400kHz 的高频电功率 400W 的条件下, 刻蚀 50 枚带有厚度 200nm 的铌膜的基片 109 时, 在基片 109 上仅产生粒径  $0.23 \mu\text{m}$  以上的灰尘 50 个以下, 不进行真空容器 101 的湿法维修的  
15 能够连续处理的基片枚数与现有例相比有了飞跃性的提高。还有, 初始的刻蚀率是 102nm/min, 50 枚刻蚀处理后的刻蚀率成为 101nm/min, 没有产生在现有例中看到的刻蚀率的降低。

这是由于线圈 108 和等离子体的电容性的耦合, 在电介质板 107 的表面上产生离子冲击, 能够有效地防止导电性的堆积膜粘附在电介质板 107  
20 上。实际上, 在刻蚀处理 50 枚带有铌膜的基片 109 后, 调查了电介质板 107 的表面状态, 完全没有形成导电性的堆积膜。

在以上所述的本发明的实施方式中, 只不过是在本发明的适用的范围内, 例示了真空容器的形状、等离子体源的结构及配置等相关的各种各样的变化的一部分。当适用本发明时, 当然也可以考虑这里例示以外的各种  
25 各样的变化。

例如, 如图 5 的本发明的第 4 实施方式所示, 线圈 108A 也可以是多重的旋涡型。这种情况下, 线圈 108A 的电感低, 具有容易得到对高频或者大型线圈的良好的匹配状态的优点。还有, 如图 6 的本发明的第 5 实施方式所示, 线圈 108B 也可以是圆筒型。这种情况下, 代替电介质板使用  
30 电介质筒 119。

在以上所述的本发明的第3实施方式中,例示的是第1高频电功率的频率是13.56MHz、第2高频电功率的频率是500kHz的情况,第2高频电功率的频率最好是第1高频电功率的频率的10分之1以下。在本发明的第3实施方式中,由于电容器115的容量是1000pF,电容器的阻抗,对  
5 第1高频电功率是:

$$1/(2\pi \times 13.56 \times 10^6 \times 1000 \times 10^{-12}) = 12 \Omega$$

另一方面,对第2高频电功率,阻抗是:

$$1/(2\pi \times 500 \times 10^3 \times 1000 \times 10^{-12}) = 320 \Omega$$

由于线圈108的电感是0.8μH,线圈108对第1高频电功率的阻抗是:

10  $2\pi \times 13.56 \times 10^6 \times 0.8 \times 10^{-6} = 68 \Omega$

另一方面,对于第2高频电功率的阻抗是:

$$2\pi \times 500 \times 10^3 \times 0.8 \times 10^{-6} = 2.5 \Omega$$

因此,施加在线圈108上的电压和施加在电容器115上的电压比,对第1高频电功率是:

15  $68 \div 12 = 5.7$

对于第2高频电功率电压比是:

$$2.5 \div 320 = 0.0078$$

因此,线圈108和电容器115的串联电路,从第1高频电功率看时大约是电感性的(线圈成分),从第2高频电功率看时大约是电容性的(电容器成分)。即,由第1高频电功率一边使产生电感耦合型等离子体,由第2高频电功率使线圈108和等离子体电容性的耦合,能够在电介质板107或电介质筒119的表面上给予起因于自给偏压的离子冲击。这样的关系,大概在第2高频电功率的频率是第1高频电功率的频率的10分之1以下的情况下成立。当第2高频电功率的频率比第1高频电功率的频率的10分之1大时,在与线圈108和电容器115相关的电压的比中,第1的高频电功率和第2高频电功率的差过小时,难于期待预想的效果。  
25

此外,在现有例中,在线圈108的中心附近,由于高频电压比较大,在电介质板107的中心附近产生起因于一定程度的自给偏压的离子冲击,在线圈108的外围附近由于高频电压低,在电介质板107的外围附近几乎  
30 不产生起因于自给偏压的离子冲击。还有,在本发明中,有由第1高频电

功率的大小控制等离子体的密度，由与它独立的第 2 高频电功率的大小控制离子冲击的优点。

还有，当线圈对第 1 高频电功率的阻抗是电容器的阻抗的 2 倍以上，线圈对第 2 高频电功率的阻抗是电容器的阻抗的 5 分之 1 以下时，在与线圈 108 和电容器 115 的电压比中，能充分、有效果地得到第 1 高频电功率和第 2 高频电功率的差。当不能满足该条件时，在与线圈 108 和电容器 115 相关的电压的比中，第 1 高频电功率和第 2 高频电功率的差过小，难于期待预想的效果。此外，如本发明的第 4 实施方式所示，在使用多重的线圈的情况下，也可以就一个一个的线圈和电容器的对考虑它的阻抗。

10 还有，当电容器对第 1 高频电功率的阻抗是  $25\Omega$  以下，电容器对第 2 高频电功率的阻抗是  $250\Omega$  以上时，在与线圈 108 和电容器 115 相关的电压比中，能够得到充分、有效地第 1 高频电功率和第 2 高频电功率的差。当不能满足该条件时，在与线圈 108 和电容器 115 相关的电压比中，第 1 高频电功率和第 2 高频电功率的差过小，难于期待预想的效果。此外，如  
15 本发明的第 4 实施方式所示，在使用多重线圈的情况下，也可以就一个一个的线圈和电容器对考虑它的阻抗。

还有，当线圈对第 1 高频电功率的阻抗是  $50\Omega$  以上，线圈对第 2 高频电功率的阻抗是  $5\Omega$  以下时，在与线圈 108 和电容器 115 相关的电压比中，能够得到充分、有效地第 1 高频电功率和第 2 高频电功率的差。当不能满足  
20 该条件时，在与线圈 108 和电容器 115 相关的电压比中，第 1 高频电功率和第 2 高频电功率的差过小，难于期待预想的效果。此外，如本发明的第 4 实施方式所示，在使用多重线圈的情况下，也可以就一个一个的线圈和电容器对考虑它的阻抗。

25 下面，参照图 7 说明本发明的第 6 实施方式。

在图 7 中，示出在本发明的第 6 实施方式中使用的、搭载电感耦合型等离子体源的等离子体处理装置的立体图。在图 7 中，在真空容器 101 内，一边从气体供给装置 102 导入规定的气体，一边由作为排气装置的涡轮分子泵 103 进行排气、由调压阀 104 保持真空容器 101 内在规定的压力，由  
30 于由线圈用高频电源 105 对沿与基片电极 106 对向的电介质板 107 设置的

线圈 108 供给 13.56MHz 的高频电功率,使真空容器 101 内产生电感耦合型等离子体,能够对载置在基片电极 106 上的基片 109 或者形成在基片 109 上的膜进行等离子体处理。还有,在基片电极 106 上设置用于供给高频电功率的基片电极用高频电源 110,使得能够控制到达基片 109 的离子能量。

5 涡轮分子泵 103 及排气口 111 配置在基片电极 106 的正下方,还有,调压阀 104 在基片电极 106 的正下方,而且,是位置在涡轮分子泵 103 的正上方的升压阀。基片电极 106 由 4 根支柱 112 固定在真空容器 101 上。

成为线圈 108 的一端的给电点 113 位置在线圈 108 形成的旋涡的中心。还有,在设置在线圈的间隙上的电极 120 上设置用于供给比第 1 高频电功率的频率低的第 2 高频电功率的电极用第 2 高频电源 116。在本实施方式中,虽然是在电极 120 形成的旋涡中心上施加第 2 高频电功率,但是也可以在旋涡的外围端施加,还有,不一定必须是端部。还有,电极 120 没有接地。

10

还有,作为用于防止因第 2 高频电功率的调制对第 1 高频电功率的反射波检测电路系统的影响的电路,设置带通滤波器 117。这是为了除去因第 2 高频电功率的供给电介质板 107 的表面的外层覆盖物厚度在 500kHz 的变动的影

15 响,在第 1 高频电功率的反射波中仅仅取出 13.56MHz 的成分进行检测而设置的。在这种结构中,用反射波计 118 一边监测第 1 高频电功率的反射波一边进行处理,能够实时地检测匹配状态或线圈用第 1 高频电源的故障。此外,当设第 1 高频电功率的频率为  $f_1$ 、第 2 高频电功率的频率为  $f_2$  时,带通滤波器 117 的频率特性最好是以  $f_1$  附近为中心频率、在  $f_1 \pm f_2$  中具有 10dB 以上的衰减率。

20

在以上所述结构的等离子体处理装置中,作为一个例子,一边向真空容器 101 内供给氩气 145sccm、氯气 15sccm,保持真空容器 101 内的压力在 0.5Pa,一边向线圈 108 上供给第 1 高频电功率 1500W,在电极 120 上供给第 2 高频电功率 500W,在向基片电极 106 上供给 400kHz 的高频电功率 400W 的条件下,刻蚀 50 枚的带有厚度 200nm 的铱膜的基片 109 的情况下,具有粒径  $0.23 \mu\text{m}$  以上的灰尘在基片 109 上仅产生 50 个以下,不进行真空容器 101 的湿法维修能够连续处理的基片枚数与现有例相比有了飞跃性的提高。还有,初始的刻蚀率是 98nm/min,50 枚刻蚀处理后的

25

30

刻蚀率为 97nm/min, 不产生在现有例中看到的刻蚀率降低的情况。

这是由于使电极 120 和等离子体电容性的耦合, 在电介质板 107 的表面上产生离子冲击, 能够有效地防止导电性的堆积膜粘附在电介质板 107 上缘故。实际上, 在刻蚀处理 50 枚带有铱膜的基片 109 后, 调查了电介质板 107 的表面状态, 完全没有导电性的堆积膜形成。

在以上所述的本发明的实施方式中, 只不过例示了本发明的使用范围中, 关于真空容器的形状、等离子体源的结构及配置等各种各样的变化中的一部分。当应用本发明的时候, 当然可以考虑这里例示以外的各种各样的变化。

例如, 如图 8 的本发明的第 7 实施方式所示, 线圈 108 也可以是多重的涡型。这种情况下, 线圈 108 的电感低、对于高频率或者大型线圈具有容易得到良好的匹配状态的优点。在这种情况下, 如图 8 所示, 电极 120 作为整体最好成为多重旋涡的结构。还有, 如图 9 的本发明的第 8 实施方式所示, 线圈 108 也可以是圆筒型。这种情况下, 代替电介质板使用电介质筒 119。还有, 电极 120B 最好也作成圆筒型的螺旋形状。

在以上所述的本发明的第 6 实施方式中, 例示了第 1 高频电功率的频率是 13.56MHz、第 2 高频电功率的频率是 500kHz 的情况, 第 2 高频电功率的频率最好是第 1 高频电功率的频率的 10 分之 1 以下。当具有这样的关系时, 具有难于产生第 1 高频电功率与第 2 高频电功率的干涉的优点。

在以上所述的本发明的实施方式中, 作为等离子体处理例示了刻蚀带有铱膜的基片的情况, 本发明也能够适用于其它的各种各样的刻蚀处理、等离子体 CVD 处理。这是由于在一般的刻蚀处理、等离子体 CVD 处理中, 堆积膜粘附到电介质板或电介质筒上成为问题的情况很多。但是, 本发明在刻蚀高熔点金属膜的时候特别的有效。这时由于当刻蚀这样的膜的情况下, 导电性堆积膜容易粘附在电介质板或电介质筒上。高熔点金属膜不是仅限于铱膜, 当刻蚀处理包含铱、铈、钕、铂、金、铜、铯、铋、锆、钒、锆、铅、铌中的至少一种元素的膜情况下, 本发明特别的有效。

还有, 例示了向线圈供给的第 1 高频电功率的频率是 13.56MHz 的情况, 为了有效地产生电感耦合型等离子体最好使用 1MHz~60MHz 的频率。当比 1MHz 小时, 有不能得到足够的等离子体密度的缺点, 相反, 当

大于 60MHz 时, 在线圈上产生驻波得到均匀的等离子体是极困难的。

还有, 例示了供给基片电极的高频电功率的频率是 400kHz 的情况, 当要控制到达基片的离子能量时, 当然也可以使用其它的频率, 例如, 也可以使用 100kHz~100MHz 的高频电功率。或者, 不向基片电极供给高频电功率, 利用等离子体电位和基片电位的微小差, 也能够用弱的离子能量进行等离子体处理。还有, 供给基片电极的高频电功率的频率使用与供给线圈或者电极的第 2 高频电功率的频率不同的频率具有容易避免高频干涉的优点。

如以上的说明所明了的, 根据本发明的第 12 方式的等离子体处理方法, 是将基片载置在真空容器内的基片电极上, 一边向真空容器内供给气体、一边从真空容器内排气、控制真空容器内在规定的压力, 向与基片电极对向设置的成为线圈的一端的给电点供给频率为 1MHz~60MHz 的第 1 高频电功率, 使真空容器内产生电感耦合型等离子体, 处理基片或者形成在基片上的膜的等离子体处理方法, 由于是在通过电容器使线圈的另一端接地的状态下, 一边向线圈供给比第 1 高频电功率的频率低的第 2 高频电功率一边处理基片, 能够提供难于产生灰尘、能够得到稳定的刻蚀率的等离子体处理方法。

还有, 根据本发明的第 13 方式的等离子体处理方法, 是将基片载置在真空容器内的基片电极上, 一边向真空容器内供给气体一边从真空容器内排气、将真空容器内保持在规定的压力, 由向与基片电极对向设置的成为线圈的一端的给电点供给频率 1MHz~60MHz 的第 1 高频电功率, 使真空容器内产生电感耦合型等离子体, 处理基片或者形成在基片上的膜的等离子体处理方法, 由于是一边在设置在线圈的间隙上的电极上供给比第 1 高频电功率的频率低的第 2 高频电功率一边进行处理, 能够提供难于产生灰尘、能够得到稳定的刻蚀率的等离子体处理方法。

还有, 根据本发明的第 16 方式的等离子体处理装置, 是具备: 真空容器、用于向真空容器内供给气体的气体供给装置、用于真空容器内排气的排气装置、控制真空容器内在规定的压力的调压阀、用于将基片载置在真空容器内上的基片电极、与基片电极对向设置的线圈、以及用于向成为线圈的一端的给电点供给频率为 1MHz~60MHz 的第 1 高频电功率的第 1

高频电源，的等离子体处理装置，通过电容器线圈的另一端接地，由于具备用于向线圈上供给比第1高频电功率的频率低的第2高频电功率的第2高频电源，能够提供难于产生灰尘、能够得到稳定的刻蚀率的等离子体处理装置。

- 5 还有，根据本发明的第17方式的等离子体处理装置，是具备：真空容器、用于向真空容器内供给气体的气体供给装置、用于真空容器内排气的排气装置、控制真空容器内在规定的压力的调压阀、用于将基片载置在真空容器内的基片电极、对向设置在基片电极上的线圈、以及用于向成为线圈的一端的给电点供给频率为1MHz~60MHz的第1高频电功率的第1
- 10 高频电源，的等离子体处理装置，由于具备用于向设置在线圈的间隙上的电极供给比第1高频电功率的频率低的第2高频电功率的第2高频电源，能够提供难于产生灰尘、能够得到稳定的刻蚀率的等离子体处理装置。

此外，由使上述各种各样的实施方式中的任意的实施方式适当的组合，能够收到各自具有的效果。

- 15 本发明一边参照附图充分地记述了与理想的实施方式相关联的情况，但是，对于熟练该技术的人们来说，各种各样的变形或修正是明白的。必须理解为那样的变形或修正毫无例外的包含在根据添加的权利要求的范围的本发明的范围中。



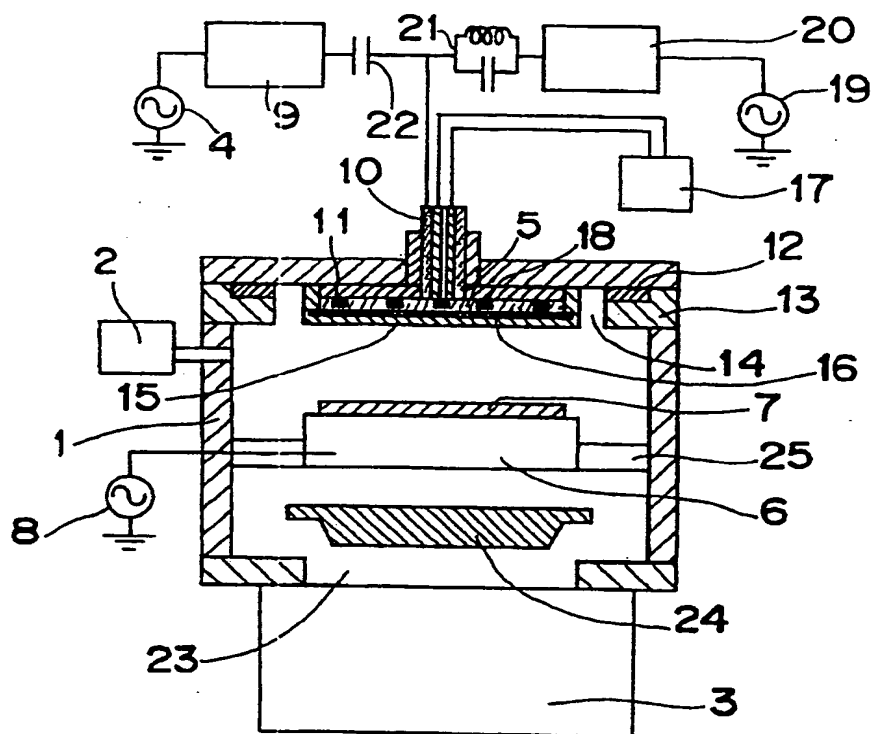


图 1

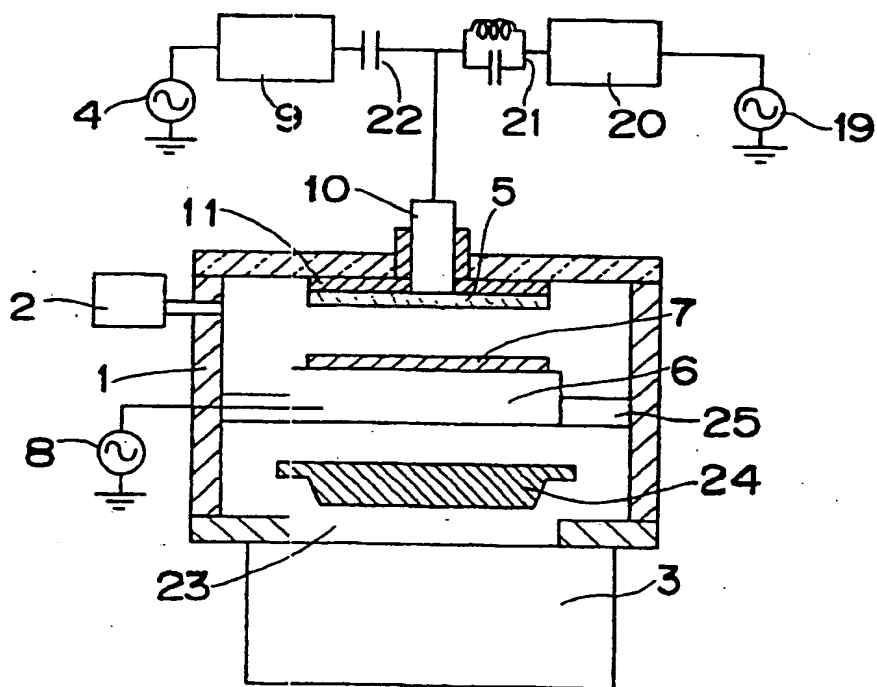


图 2

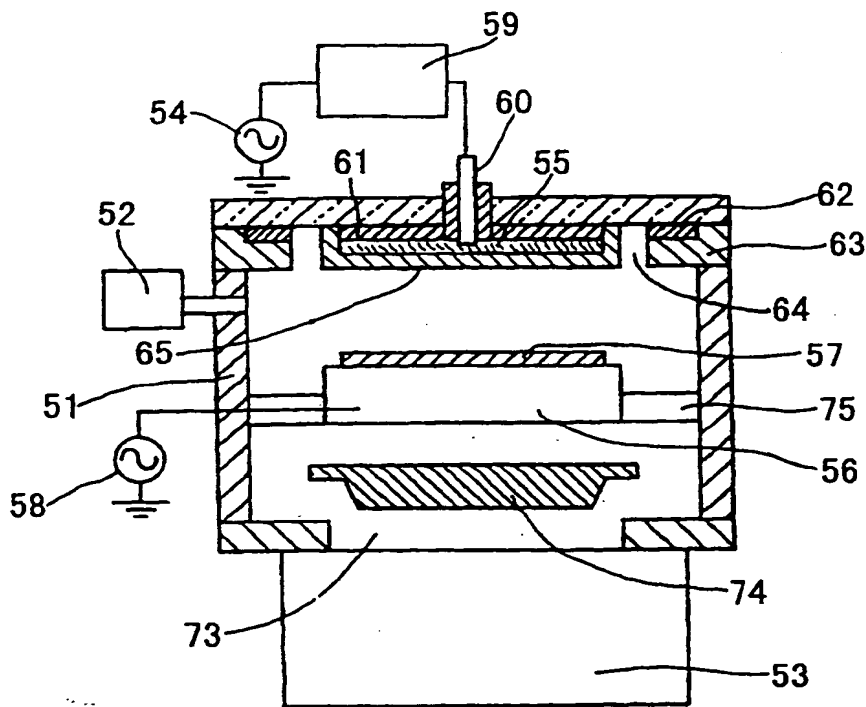


图 3

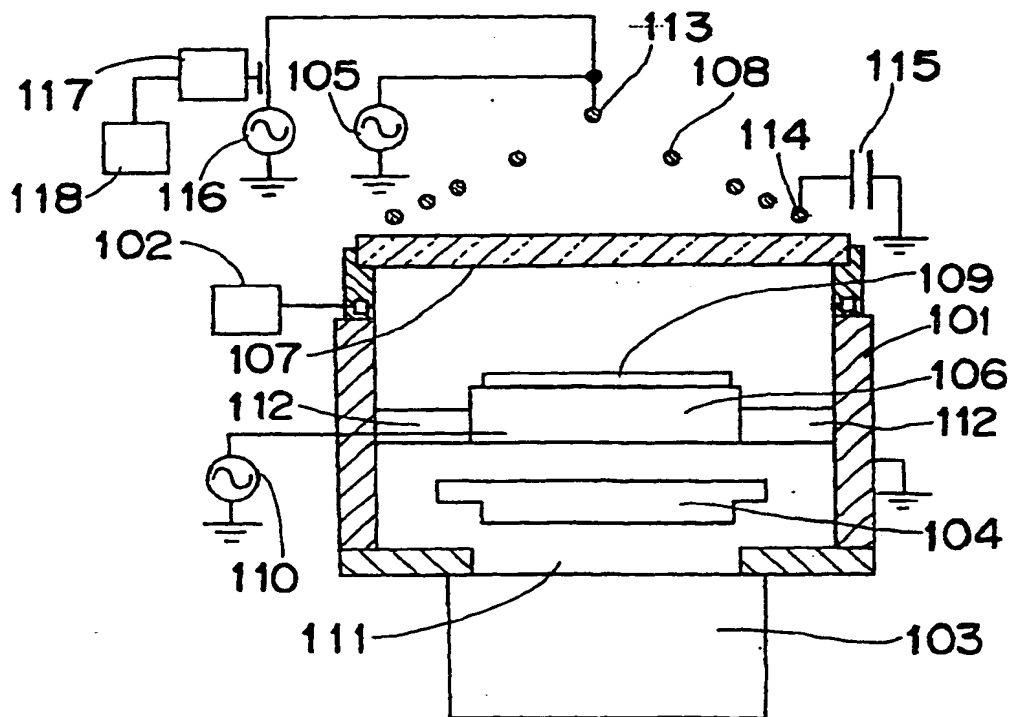


图 4

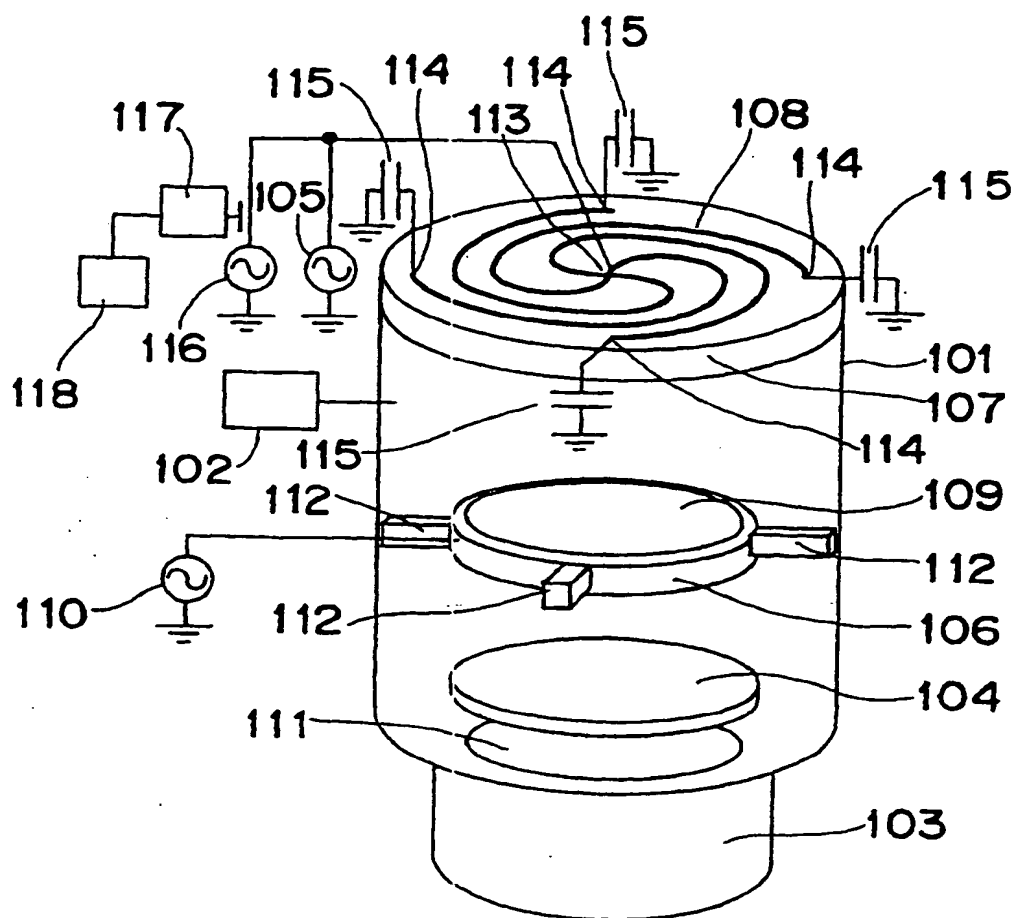


图 5

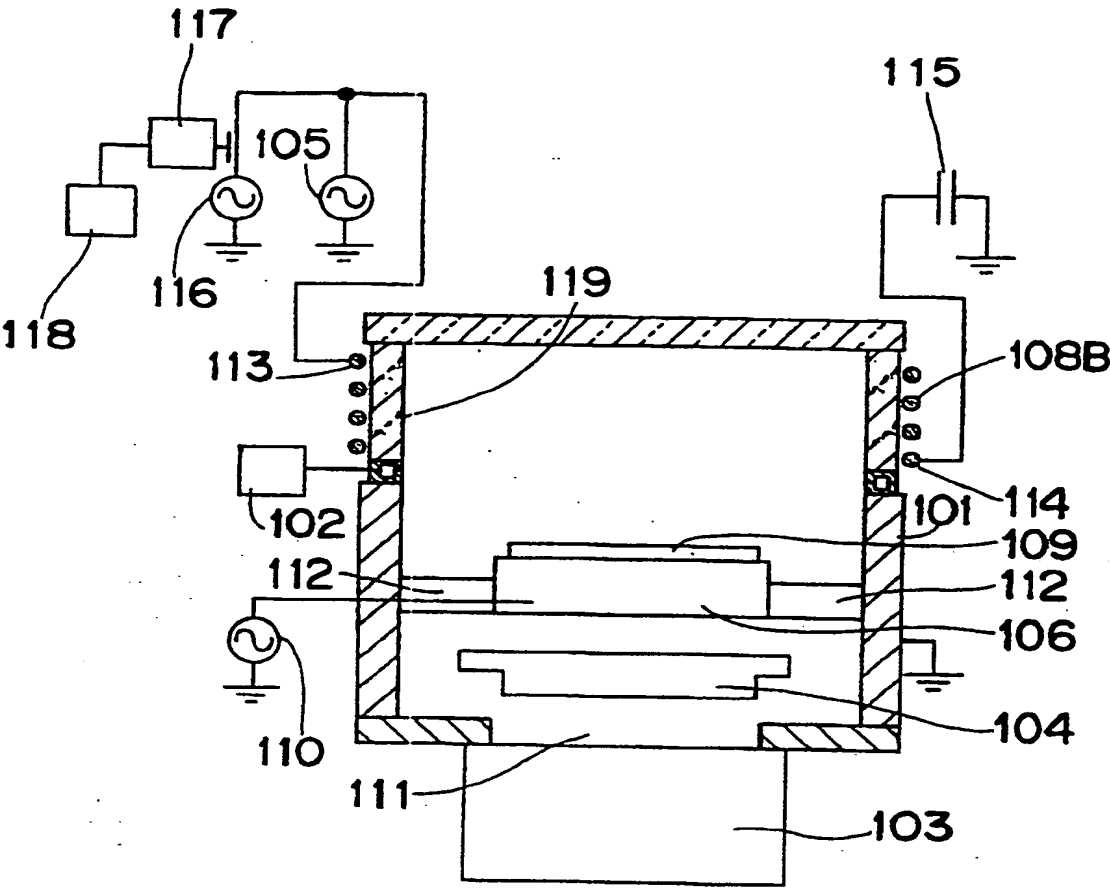


图 6

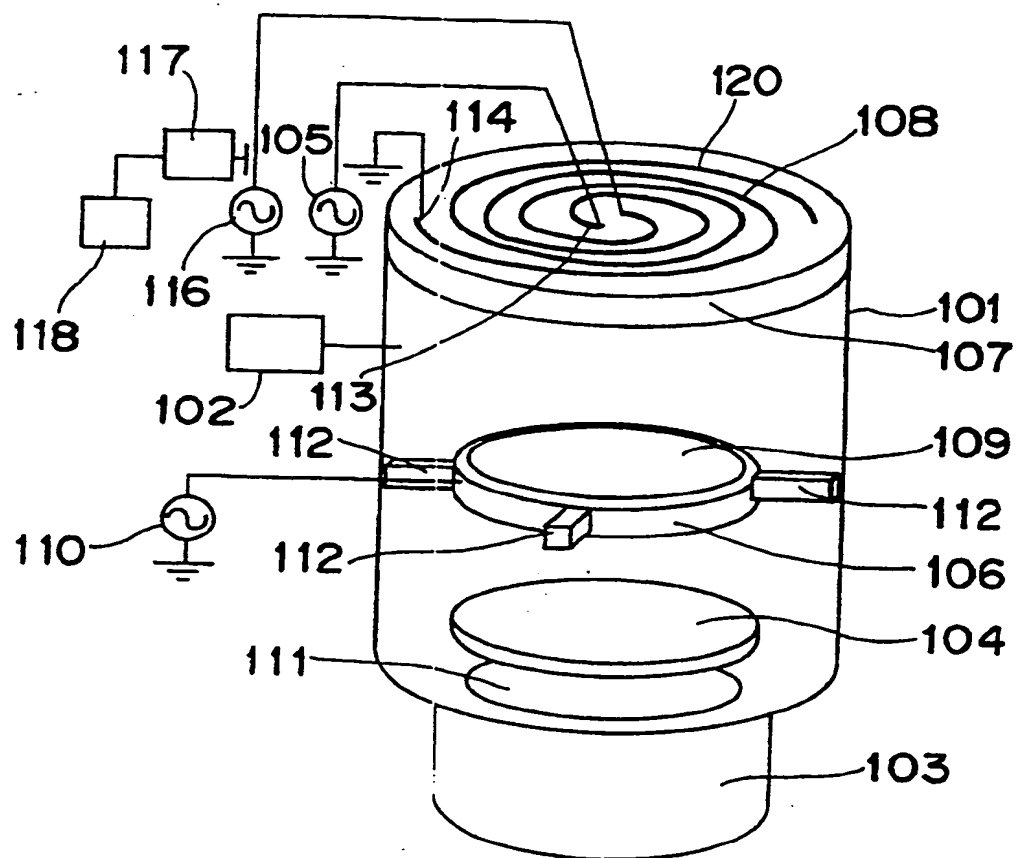


图 7

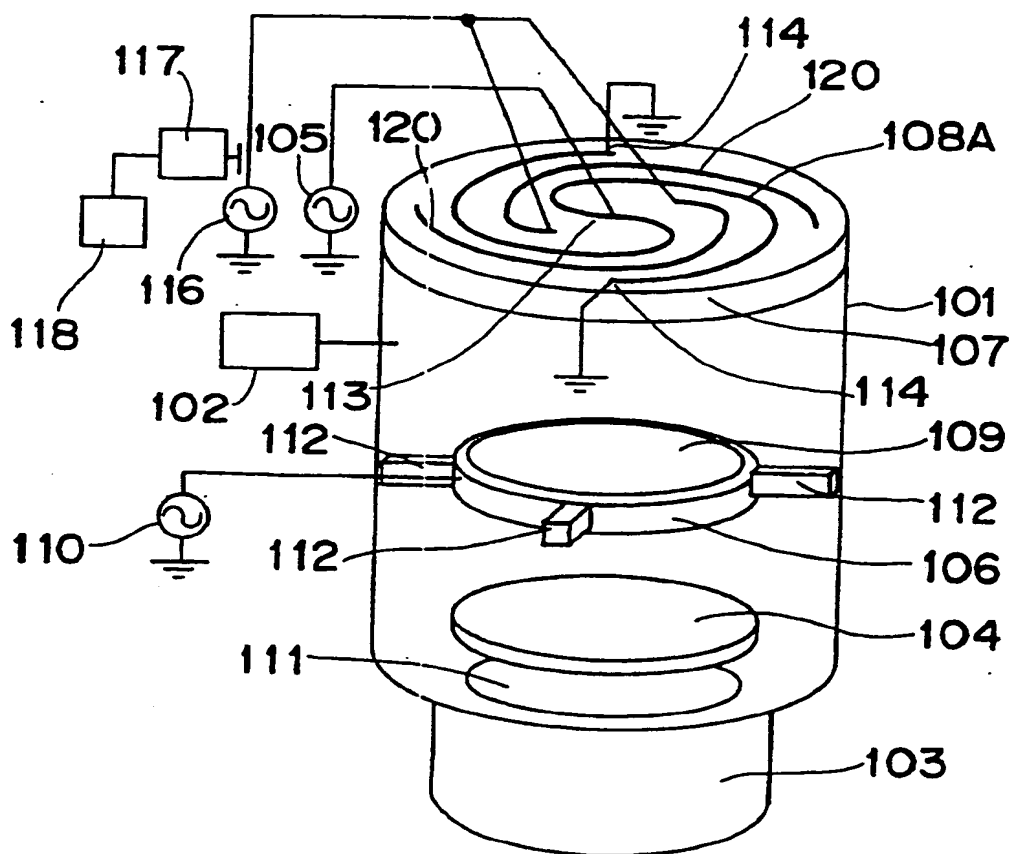


图 8

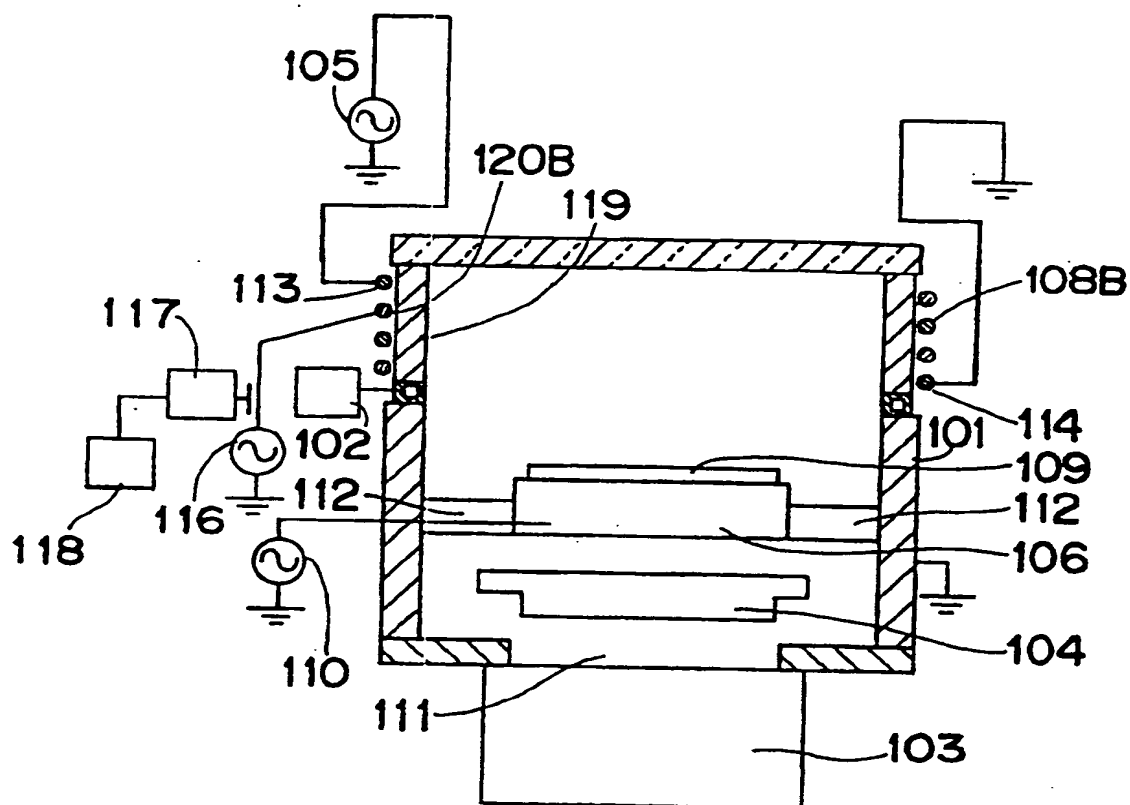


图 9

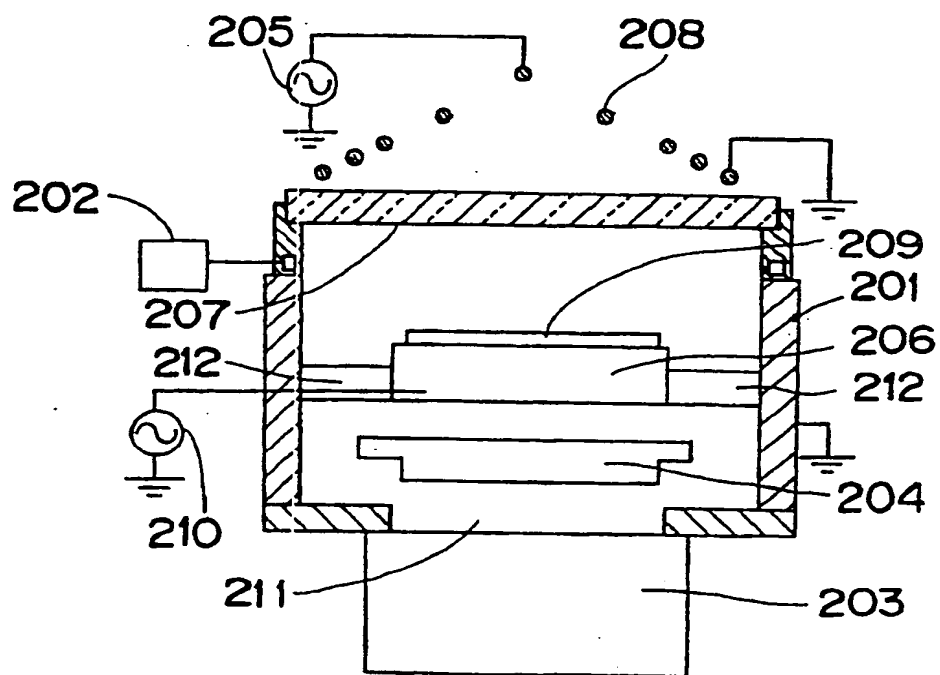


图 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**